

**PATENT APPLICATION**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Shigemasa HIROOKA

Application No.: 10/814,168

Filed: April 1, 2004

Docket No.: 119289

For: FAILURE DIAGNOSIS APPARATUS FOR SECONDARY AIR SUPPLIER

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2003-100662 filed April 3, 2003.

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini  
Registration No. 30,411

JAO:TJP/mxm

Date: April 14, 2004

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

**DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION**

Please grant any extension  
necessary for entry;  
Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 4月 3日

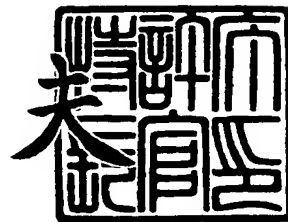
出願番号  
Application Number: 特願2003-100662  
[ST. 10/C]: [JP2003-100662]

出願人  
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2004年 1月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2004-3002852

【書類名】 特許願

【整理番号】 2003-0256Z

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F01N 3/22  
F01N 3/30  
F02D 41/14

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 広岡 重正

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 2次空気供給装置の故障診断装置。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気系の排気浄化装置より上流側に2次空気を供給する2次空気供給装置の2次空気供給通路内の圧力値と圧力脈動に基づいて構成部品の異常を検出する2次空気供給装置の故障診断装置であって、

異常判定に用いる圧力脈動の有無の判定しきい値を2次空気供給装置内の圧力によって異ならせることを特徴とする2次空気供給装置の故障診断装置。

【請求項2】 2次空気供給装置内の圧力が高いほど、圧力脈動の有無の判定しきい値を大きくすることを特徴とする請求項1記載の2次空気供給装置の故障診断装置。

【請求項3】 2次空気供給装置の2次空気供給制御時および供給停止制御時における圧力挙動パターンに基づいて、各構成部品の故障を検出することを特徴とする請求項1または2に記載の2次空気供給装置の故障診断装置。

【請求項4】 前記2次空気供給装置は、エアポンプと、その下流に配置される開閉手段と、開閉手段とエアポンプの間の供給通路内の圧力値を検出する圧力センサを備えており、この圧力センサの出力に基づいて異常検出を行う請求項1～3のいずれかに記載の2次空気供給装置の故障診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気系に配置される排気浄化装置の上流側に2次空気を供給する2次空気供給装置に関し、特に、その構成部品の異常検出が可能な2次空気供給装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の排気浄化装置として、排気系に三元触媒を配置し、排気ガス中のCO、HC、NO<sub>x</sub>成分を低減して浄化を図る装置が知られている。さらに、排気管に接続された開閉弁を有する2次空気供給通路にエアポンプから空気を圧送す

ることで、排気管内に2次空気を供給して酸素濃度を高くして、排気ガス中のH  
C、COを酸化させることにより排気ガスの浄化を促進する技術が知られている  
。

### 【0003】

このような2次空気供給装置において、エアポンプや開閉弁といった構成部品  
に異常が生じると、排気ガスの浄化効率が低下してしまい、エミッションが悪化  
するため、その異常を早期に判定する必要がある。そこで、この種の異常を検出  
する技術として、特許文献1に開示されている技術が知られている。これは、2  
次空気供給通路に圧力センサを配置し、検出した圧力脈動の最大値と最小値との  
差が所定値より小さい場合には、2次空気供給装置の異常と判定するものである  
。

### 【0004】

#### 【特許文献1】

特開平9-125945号公報（段落0054～0059、図3）

### 【0005】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このように圧力値の最大値と最小値との差が所定値より大きい  
場合に排気脈動有りと判定することとすると、以下のような問題が生ずる。すな  
わち、圧力センサの検出値にノイズが載っている場合のように排気脈動とは別の  
原因で見かけの圧力脈動が生じている場合に、この判定の所定値が小さく設定さ  
れているとこれを排気脈動と誤判定してしまう可能性がある。これを防ぐために  
判定所定値を大きく設定したとしても、エアポンプのサージングによって圧力変  
動が生じているような場合には、これを排気脈動と誤判定してしまう可能性があ  
る。

### 【0006】

そこで本発明は、正確な故障判定を行うことが可能な2次空気供給装置の故障  
診断装置を提供することを課題とする。

### 【0007】

#### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明に係る 2 次空気供給装置の故障診断装置は、内燃機関の排気系の排気浄化装置より上流側に 2 次空気を供給する 2 次空気供給装置の 2 次空気供給通路内の圧力値と圧力脈動に基づいて構成部品の異常を検出するものであって、異常判定に用いる圧力脈動の有無の判定しきい値を 2 次空気供給装置内の圧力によって異ならせることを特徴とする。

#### 【0 0 0 8】

2 次空気供給系内の圧力センサで検出される見かけの圧力脈動としては、排気脈動によるものと、2 次空気供給装置の上流側（エアポンプ等）に起因するもの、測定系のノイズに起因する見かけ上のものがある。本発明者の知見によれば、このうち、測定系のノイズに起因する見かけの脈動は他の 2 つに比べて小さく、残る 2 つは、圧力値が異なるため、その圧力値により判別することが可能である。したがって、2 次空気供給装置内の圧力に対応して構成部品の正常、異常の判定に用いる圧力脈動の有無の判定しきい値を異ならせることにより、排気脈動による圧力脈動とそれ以外の要因による圧力脈動とを判別することができる。これにより、正確な判定が可能となる。

#### 【0 0 0 9】

ここで、前述した 2 次空気供給装置の上流側に起因する圧力脈動は、2 次空気供給装置内の圧力が高い場合に発生し、その圧力脈動は大きな値を採る。そこで、2 次空気供給装置内の圧力が高いほど、圧力脈動の有無の判定しきい値を大きくすることが好ましい。

#### 【0 0 1 0】

2 次空気供給装置の 2 次空気供給制御時および供給停止制御時における圧力挙動パターンに基づいて、各構成部品の故障を検出することが好ましい。これにより、異常が起きている構成部品とその故障個所の判定を行うことができる。

#### 【0 0 1 1】

2 次空気供給装置は、エアポンプと、その下流に配置される開閉手段と、開閉手段とエアポンプの間の供給通路内の圧力値を検出する圧力センサを備えており、この圧力センサの出力に基づいて異常検出を行うことが好ましい。

#### 【0 0 1 2】

これにより、圧力センサの出力に基づいて、エアポンプと開閉手段それぞれの故障状態を判別することができる。

### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

### 【0014】

図1は、本発明に係る2次空気供給装置の故障診断装置を含む2次空気供給装置を搭載した内燃機関の構成を示す概略図である。この2次空気供給装置1は、内燃機関である多気筒ガソリンエンジン（以下、単にエンジンと呼ぶ。）2に取り付けられるものである。ここで、エンジン2には吸気管20と排気管21とが取り付けられており、吸気管20には、スロットル24が配置され、吸気フィルタ25に接続されている。吸気フィルタ25とスロットル24の間には、空気量（一次空気量）を測定するためのエアフローメータ26が配置されている。一方、排気管21下流には、3元触媒からなる排気浄化装置22が配置されており、排気浄化装置の上流と下流の双方に排気中の酸素濃度を検知するためのO<sub>2</sub>センサ31、32が配置されている。なお、O<sub>2</sub>センサに代えて、A/Fセンサ、リニアO<sub>2</sub>センサを用いてもよい。

### 【0015】

2次空気供給装置1は、吸気管20の吸気フィルタ25とスロットル24との間の位置と排気管21のエンジン2と上流側O<sub>2</sub>センサ31との間を接続する2次空気供給通路11を備えており、この2次空気供給通路11上に吸気管20側から電気モータ駆動式のエアポンプ（AP）12、エアスイッチングバルブ（ASV）13、逆止弁であるリード弁（RV）14が配置される。そして、AP12とASV13との間に圧力センサ15が配置されている。このASV13には、吸気管20のスロットル24下流から延びる配管16が接続されており、この配管16上には三方弁17が配置されている。三方弁17の他のポートは、配管18、フィルタ19を介して外気へと接続されている。

## 【0016】

2次空気供給装置1の動作を制御する制御装置10は、CPU、RAM等で構成されており、エンジンを制御するエンジンECU23と相互に情報をやりとりできるように接続されているほか、圧力センサ15、O<sub>2</sub>センサ31、32の出力信号が入力されるとともに、AP12のモータ駆動と三方弁17の開閉を制御する。なお、制御装置10は、エンジンECU23の一部をなしていてもよい。この制御装置10は、本発明に係る故障診断装置を含んでいる。なお、故障診断部を制御装置10から独立させることも可能であり、また、別のシステム、例えば、車両の故障診断装置に組み込んでもよい。

## 【0017】

この2次空気供給装置1は、所定の条件を満たしたときに、2次空気供給制御（以下、AI制御と称する。）を実行する。この所定の条件とは、例えば、冷間始動時等の燃料濃度が高く、空燃比（A/F）が小さく、かつ、排気浄化装置22が十分に昇温しておらずその機能が十分に発揮されにくい状態が挙げられる。このような条件を満たしたときには、制御装置10は三方弁17を制御して、配管16を吸気管20へと連通させることにより、吸気管20内の負圧をASV13に導いて、ASV13を開制御するとともに、AP12を駆動させる。これにより、エアフィルタ25を通過した空気の一部が2次空気供給通路11を介して排気管21内へと導かれる。この結果、排気中の酸素濃度が上昇し、そのA/Fが上がり、排気中のHC、COの排気管21における2次燃焼が促されて排気の浄化が図られるとともに、排気温度が上昇することにより排気浄化装置22の3元触媒の昇温が促進されてエミッションの悪化が抑制される。なお、ASV13と三方弁17の組み合わせに代えて、ASV13部分に直接、電磁弁を使用することもできる。

## 【0018】

本発明に係る2次空気供給装置の故障診断装置は、構成部品すなわち、AP12、ASV13、RV14等の異常を検出するものである。具体的には、制御装置10が、2次空気供給通路11上に配置される圧力センサ15で検出される圧力挙動に基づいて構成部品の故障検出を行う。



## 【0019】

まず、検出原理を簡単に説明する。図2は、図1における圧力センサ部分における圧力挙動として考えられるパターンを模式的に示したグラフである。ここでは、RV14は正常に機能しているものとする。表1にAP12とASV13の作動状態の組み合わせに対する圧力変動パターンをまとめて示す。

## 【0020】

【表1】

AP	ASV	圧力挙動パターン
作動	開	1
停止	開	2
作動	閉	3
停止	閉	4

## 【0021】

表1から圧力挙動パターンから逆にAP12、ASV13の作動状況を推定することができることが分かる。

## 【0022】

続いて、図3～図8を参照して、実際の故障検出ルーチンを説明する。図3はこのルーチンのメインフロー図であり、図4は、この故障検出ルーチンで用いられる圧力のなまし値 $P_{sm}$ と圧力脈動の積算値 $\Delta P_{sum}$ の計算方法を説明する図であり、図5は、脈動の判定に用いられる判定しきい値 $\beta$ の設定例を示すグラフであり、図6～図8は、図3の処理のサブルーチンを詳細に示すフローチャートである。図3に示される処理は、この内燃機関を搭載した車両のイグニッションスイッチがオンにされてから、オフにされるまでの間、制御装置10によって、所定のタイミングで定期的に行われる。図6～図8の処理は、図3のメイン処理からそれぞれ一度ずつ呼び出される。

## 【0023】

なお、後述する各フラグF11、F12、F13、F14、F21、F22、F23、F24、Xstep1、Xstep2は、起動時に初期値0に設定される。

## 【0024】

まず、圧力なまし値  $P_{sm}$  が読み込まれる（ステップ S2）。この圧力なまし値  $P_{sm}$  は、今回のタイムステップで検出した圧力値を  $P_s$ 、前回のタイムステップにおける圧力なまし値の計算結果を  $P_{sm\_old}$  とするとき、 $P_{sm} = \{ (n-1) \times P_{sm\_old} + P_s \} / n$  で表せる。図4は、こうして求められる  $P_{sm}$  と  $P_s$  の時間変化を合わせて示している。ここで、圧力変動の周期の長さ  $T$  に対して、タイムステップ  $\Delta t$  が十分に短く（例えば、 $4 \times \Delta t \leq T$ ）、かつ、なまし値を求める際の係数  $n$  が十分に大きい（例えば、 $n \times \Delta t \geq 2 \times T$ ）ときには、 $P_{sm}$  はサンプリング期間（ $n \times \Delta t$ ）内における圧力値  $P_s$  の平均値に近似した値となる。なお、処理開始後のタイムステップ数が  $n$  に満たない場合には、 $n$  の代わりにタイムステップ数を用いればよい。このようになまし値を用いて計算を行うことで、過去のタイムステップにおける圧力値を記憶しておく必要がなく、必要なメモリ量を軽減することができるとともに、計算が簡略化され、制御装置 10 内の計算機資源を有効に活用することができる。

## 【0025】

次に、圧力脈動積算値  $\Delta P_{sum}$  を読み込む（ステップ S4）。この圧力脈動積算値  $\Delta P_{sum}$  は、前回のタイムステップにおける圧力脈動積算値を  $\Delta P_{sum\_old}$  とするとき、 $\Delta P_{sum} = (n-1) / n \times \Delta P_{sum\_old} + |P_s - P_{sm}|$  で表せる。これは、圧力値  $P_s$  と平均値（正確には、圧力なまし値  $P_{sm}$ ）との差分の絶対値を  $n$  回分のタイムステップについて積算した値（正確には、そのなまし値。）である。 $n$  回分のタイムステップの積算値を正確に求めるためには、 $n$  回分の各差分値を記憶しておく必要があるが、このようになまし値を用いることで、上述の圧力なまし値の計算の場合と同様に、過去の  $n$  回分のタイムステップにおける計算結果を記憶しておく必要がなく、必要なメモリ量を軽減することができるとともに、計算が簡略化され、制御装置 10 内の計算機資源を有効に活用することができる。

## 【0026】

なお、計算機資源に余裕がある場合には、 $n$  回分のタイムステップの値を格納しておいて、平均値や積算値を正確に計算することも可能である。また、本実施

形態では、圧力脈動の判定に圧力脈動積算値  $\Delta P_{sum}$  を用いているが、 $P_s$  を時間  $t$  - 圧力  $p$  の座標軸にプロットした際のプロットされた線の軌跡の長さ  $L_{ps}$  の所定区間内の積算値を用いてもよい（実際の計算ではなまし値を用いてもよい）。この  $L_{ps}$  は、1 タイムステップについては、 $\sqrt{(\Delta t)^2 + (P_s - P_{s\_old})^2}$  で表せる（ $P_{s\_old}$  は圧力  $P_s$  の前回値である）。もちろん、圧力脈動を所定期間内における実際の圧力の振幅値（最大圧力値と最小圧力値の差）により求めてもよい。

#### 【0027】

次に、圧力なまし値  $P_{sm}$  に応じて脈動判定値  $\beta$  を設定する。（ステップ S6）。図 5 にこの  $P_{sm}$  と  $\beta$  の関係の一例を示す。この図では、太実線が本発明における  $\beta$  の設定例であり、点線が従来の固定したしきい値を用いていた場合のしきい値である。ここには、AI 制御停止後も ASV13 が閉じ状態でエアポンプが作動していた場合に発生する圧力サージングによる圧力変動幅を合わせて示している。従来のように圧力脈動（排気脈動）を判定するしきい値を一定としていると、サージングによる圧力変動を排気脈動によるものと誤判定する可能性があるが、本発明では、判定しきい値の  $\beta$  を圧力なまし値（平均値でもよい） $P_{sm}$  により可変とすることで、このようなサージングによる圧力変動を排気脈動と誤判定することがなくなる。

#### 【0028】

$\beta$  設定後、故障判定済みか否かを判定する（ステップ S8）。これは、後述する故障判定フラグ XAI の値を調べることにより判定することができる。なお、故障が検出された場合には、各故障判定フラグはイグニッションスイッチがオフにされた場合でも保持され、整備・点検後でないとリセットされない構成とするすることが好ましい。

#### 【0029】

故障判定が完了していない場合には、ステップ S10 へと移行して、所定の AI 実行条件が成立しているか否かを判定する。この実行条件は、エンジン ECU 23 から送られるエンジン冷却水温、吸気温、始動経過時間、バッテリー電圧、負荷条件等により決定される。なお、AI 実行中に終了条件が満たされた場合に

も、実行条件不成立とされる。

#### 【0030】

A I 実行条件が成立した場合には、ステップ S 12 へと移行して、A I 制御中であれば、A I 制御を継続し、A I 制御中でない場合には、A I 制御を開始する。具体的には、三方弁 17 を制御して、配管 16 を吸気管 20 へと連通させることにより、吸気管 20 内の負圧を A S V 13 に導いて、A S V 13 を開制御するとともに、A P 12 を駆動させる。これにより、機器が正常に作動していれば、エアフィルタ 25 を通過した空気の一部が 2 次空気供給通路 11 を介して排気管 21 内へと導かれる。

#### 【0031】

続く、ステップ S 14 では、すでに供給制御時の圧力挙動判定が終了しているか否かを調べる。これは、後述するフラグ Xstep1 の値を調べることにより、判定することができる。判定が終了している場合は、その後の処理をスキップして終了する。

#### 【0032】

供給制御時の圧力挙動判定が終了していない場合には、ステップ S 16 へと移行して、供給制御時の圧力挙動判定を行う。図 6 にこの供給制御時の圧力挙動判定の処理フローを示す。

#### 【0033】

まず、判定条件が成立しているか否かをチェックする（ステップ S 102）。この判定条件とは、A I 実行から所定の時間が経過して A P 12 の作動が安定した状態にあり、エンジン 2 の回転数、負荷や車両の車速条件からエンジンがアイドル状態にあり、圧力挙動を安定的に判定できる状態にあることを示す条件を指す。判定条件が満たされていない場合には、以降の判定処理をスキップして処理を終了する。

#### 【0034】

判定条件が満たされている場合には、圧力脈動積算値  $\Delta P \text{ sum}$  を判定しきい値  $\beta$  と比較する（ステップ S 104）。 $\Delta P \text{ sum}$  が  $\beta$  以上の場合には、排気脈動による圧力脈動ありと判定し、図 2 で示される脈動の大きなパターン 1、2 のいずれ

れかであると判定して、ステップ S 106 へと移行する。このステップ S 106 では、圧力なまし値  $P_{sm}$  と閾値  $P_0$  とを比較する。 $P_{sm}$  が  $P_0$  以上の場合には、圧力挙動パターンはパターン 1 であり、2 次空気供給が行われていると判定して、ステップ S 108 へと移行して空気流量  $Q$  を算出する。

#### 【0035】

ここで、AP 12 の供給空気量は、吐出圧力が大きいほど増大する関係がある。そこで、吐出圧力（実際には、圧力センサ 15 の出力から求めた圧力なまし値  $P_{sm}$ ）から供給空気量を推定することができる。供給空気量が所定のしきい値  $Q_x$  より少ないと、排気中の燃料濃度が高いまま維持され、エミッションが悪化するおそれがある。そこで、推定供給空気量がこの  $Q_x$  を上回っているか否かをチェックする（ステップ S 110）。なお、圧力なまし値  $P_{sm}$  を  $Q_x$  に対応する吐出圧力に該当する圧力しきい値  $P_x$  と比較してもよい。この場合は、ステップ S 108 と S 110 の処理を一度の処理で行うことができる。

#### 【0036】

ステップ S 110 で供給空気量が少ないと判定された場合には、ステップ S 112 へと移行して、流量状態を示すフラグ  $X_{faildown}$  に流量低下を示す 1 をセットし、ステップ S 120 へと移行する。供給空気量が十分な場合にはステップ S 120 へと直接移行する。そして、ステップ S 120 では、供給時の圧力挙動パターンがパターン 1 であるか否かを示すフラグ  $F_{11}$  にパターン 1 であることを示す 1 をセットし、ステップ S 130 へと移行して供給制御時の圧力挙動パターンの判定状態を示すフラグ  $X_{step1}$  に判定終了を示す 1 をセットし、このサブルーチンを終了する。

#### 【0037】

ステップ S 106 で  $P_{sm}$  が  $P_0$  未満であった場合には、圧力挙動パターンはパターン 2 であると判定し、ステップ S 140 へと移行して、供給時の圧力挙動パターンがパターン 2 であるか否かを示すフラグ  $F_{12}$  にパターン 2 であることを示す 1 をセットし、ステップ S 130 の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

#### 【0038】

ステップ S 1 0 4 で  $\Delta P_{sum}$  が  $\beta$  未満であった場合には、図 2 で示される脈動のないパターン 3、4 のいずれかであると判定して、ステップ S 1 5 0 へと移行する。そして、ステップ S 1 5 0 では、ステップ S 1 0 6 と同様に圧力なまし値  $P_{sm}$  と閾値  $P_0$  とを比較する。 $P_{sm}$  が  $P_0$  以上の場合には、圧力挙動パターンはパターン 3 であると判定し、ステップ S 1 6 0 へと移行して、供給時の圧力挙動パターンがパターン 3 であるか否かを示すフラグ F 1 3 にパターン 3 であることを示す 1 をセットし、ステップ S 1 3 0 の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

#### 【0039】

一方、ステップ S 1 5 0 で  $P_m$  が  $P_0$  以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン 4 であると判定し、ステップ S 1 7 0 へと移行して、供給時の圧力挙動パターンがパターン 1 であるか否かを示すフラグ F 1 4 にパターン 4 であることを示す 1 をセットし、ステップ S 1 3 0 の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

#### 【0040】

図 6 のサブルーチン終了後は、処理を終了し、イグニッションスイッチがオンの状態であれば、再び、ステップ S 2 に戻る。

#### 【0041】

ステップ S 1 0 で A I 条件が成立していないと判定された場合には、ステップ S 1 8 へと移行して、A I 待機中、つまり、エンジン始動後、A I 条件が成立していない場合か、すでに実行済みかを判定する。実際には、 $X_{step1}$  の値が判定終了を示す 1 にセットされているか否かにより判定を行えばよい。 $X_{step1}$  の値が判定未了を示す初期値 0 に設定されている場合には、待機中と判定してその後の処理をスキップして終了する。一方、判定完了を示す 1 にセットされている場合には、ステップ S 2 0 へと移行し、現在 A I 制御中か否かを判定する。制御中、つまり現在 A I 制御継続中の場合には、A I 制御の終了処理を行う（ステップ S 2 2）。具体的には、三方弁 1 7 を制御して、三方弁 1 7 より A S V 1 3 側の配管 1 6 を配管 1 8 側へと連通させることで、フィルタ 1 9 を通過した外気を A S V 1 3 に導いて、A S V 1 3 を閉制御するとともに、A P 1 2 を停止させて A I

制御を停止する。

#### 【0042】

A I 制御停止後、停止制御時の圧力挙動判定処理を実行する（ステップ S 2 4）。図 7 に、この停止制御時の圧力挙動判定の処理フローを示す。

#### 【0043】

まず、判定条件が成立しているか否かをチェックする（ステップ S 2 0 2）。この判定条件とは、A I 停止から所定の時間が経過して、正常に機能している場合の A P 1 2 が停止するのに必要な時間が経過しており、エンジン 2 の回転数、負荷や車両の車速条件からエンジンがアイドル状態にあり、圧力挙動を安定的に判定できる状態にあることを示す条件を指す。判定条件が満たされていない場合には、以降の判定処理をスキップして処理を終了する。

#### 【0044】

判定条件が満たされている場合には、圧力脈動積算値  $\Delta P_{sum}$  を判定しきい値  $\beta$  と比較する（ステップ S 2 0 4）。 $\Delta P_{sum}$  が  $\beta$  以上の場合には、排気脈動による圧力脈動ありと判定し、図 2 で示される脈動の大きなパターン 1、2 のいずれかであると判定して、ステップ S 2 0 6 へと移行する。このステップ S 2 0 6 では、圧力なまし値  $P_{sm}$  と閾値  $P_0$  とを比較する。 $P_{sm}$  が  $P_0$  以上の場合には、パターン 1 であると判定して、ステップ S 2 2 0 へと移行し、停止時の圧力挙動パターンがパターン 1 であるか否かを示すフラグ F 2 1 にパターン 1 であることを示す 1 をセットする。

#### 【0045】

ステップ S 2 0 6 で  $P_{sm}$  が  $P_0$  未満であった場合には、圧力挙動パターンはパターン 2 であると判定し、ステップ S 2 4 0 へと移行して、停止時の圧力挙動パターンがパターン 2 であるか否かを示すフラグ F 2 2 にパターン 2 であることを示す 1 をセットする。

#### 【0046】

ステップ S 2 0 4 で  $\Delta P_{sum}$  が  $\beta$  未満であった場合には、図 2 で示される脈動のないパターン 3、4 のいずれかであると判定して、ステップ S 2 5 0 へと移行する。そして、ステップ S 2 5 0 では、ステップ S 2 0 8 と同様に  $P_{sm}$  と  $P_0$  と

を比較する。P<sub>sm</sub>がP<sub>0</sub>以上の場合には、圧力挙動パターンはパターン3であると判定し、ステップS260へと移行して、停止時の圧力挙動パターンがパターン3であるか否かを示すフラグF23にパターン3であることを示す1をセットする。

#### 【0047】

一方、ステップS250でP<sub>sm</sub>がP<sub>0</sub>未満であった場合には、圧力挙動パターンはパターン4であると判定し、ステップS270へと移行して、停止時の圧力挙動パターンがパターン4であるか否かを示すフラグF24にパターン4であることを示す1をセットする。

#### 【0048】

フラグF21～F24をセットした後は、いずれの場合もステップS230へと移行して停止制御時の圧力挙動パターンの判定状態を示すフラグXstep2に判定終了を示す1をセットし、このサブルーチンを終了する。

#### 【0049】

図7のサブルーチンが終了したら、図3に示されるメインフローのステップS26へと移行する。ステップS26では、フラグXstep2の値をチェックすることで、停止時の圧力挙動判定が終了しているか否かをチェックする。Xstep2が1以外の場合には、停止制御時の圧力挙動パターンの判定が未了のため、その後の処理をスキップして終了する。一方、Xstep2が1の場合には、停止制御時の圧力挙動パターンの判定も完了しているので、次の処理ステップS28へと移行する。

#### 【0050】

ステップS28では、ステップS16とS24における圧力挙動パターンの判定結果を基にして構成部品の故障モードを判定する。AP12、ASV13のそれぞれの正常、異常モードの組み合わせに対する供給・停止制御時の圧力挙動パターンの組み合わせを表2にまとめて示す。

#### 【0051】



【表 2】

モード	A P	A S V	圧力挙動パターン	
			供給制御時	停止制御時
1	○	○	1	4
2	○	×開固着	1	2
3	○	×閉固着	3	4
4	×常時作動	○	1	3
5	×常時作動	×開固着	1	1
6	×常時作動	×閉固着	3	3
7	×不作動	○	2	4
8	×不作動	×開固着	2	2
9	×不作動	×閉固着	4	4

## 【0052】

この表において、○は正常を、×は機器の故障を表す。

## 【0053】

このステップS28における判定処理はこの表2を基にして行われる。図8にこの判定処理ルーチンの処理フローを示す。まず、フラグF11が1であるか否かをチェックする（ステップS300）。1の場合は供給制御時の圧力挙動パターンがパターン1であることを示しているので、次にステップS302へと移行し、フラグF24が1であるか否かをチェックする。1の場合は停止制御時の圧力挙動パターンがパターン4であることを示すから、表2から明らかなようにこの組み合わせは表2におけるモード1であり、AP12、ASV13とも正常であることを示す。そこで、ステップS304へと移行して流量状態を示すフラグXfaildownの値をチェックすることで、流量低下が起こっていないか否かをチェックする。Xfaildownが1でない場合には、流量低下が引き起こされておらず、機器がいずれも正常であるから、ステップS306へと移行して、故障診断フラグXAIに正常であることを示す1をセットしてサブルーチンを終了する。一方、Xfaildownが1の場合には、流量低下があることから、AP12の作動不良の可能性がある、ステップS318へと移行して、故障診断フラグXAIに異常であることを示す-1をセットしてサブルーチンを終了する。

## 【0054】

ステップ S 3 0 2 で F 2 4 が 1 でない場合には、表 2 におけるモード 2、4、5 のいずれかであるから、ステップ S 3 1 0 へと移行する。このステップ S 3 1 0 では、まずフラグ F 2 2 が 1 であるか否かをチェックする。F 2 2 が 1 でない場合、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン 2 ではなく、パターン 1、3 であるモード 4、5 の場合には、A P 1 2 が常時作動している故障状態にあることから、ステップ S 3 1 2 へと移行して、エアポンプの故障診断フラグ XFAP に常時作動故障であることを示す 1 をセットしてステップ S 3 1 4 へと移行する。一方、F 2 2 が 1、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン 2 の場合、つまりモード 2 の場合には、A P 1 2 は正常であるから、ステップ S 3 1 2 をスキップしてステップ S 3 1 4 へと移行する。

#### 【 0 0 5 5 】

続く、ステップ S 3 1 4 では、フラグ F 2 3 が 1 であるか否かをチェックする。F 2 3 が 1 でない場合、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン 3 ではなく、パターン 1、2 であるモード 2、5 の場合には、A S V 1 3 が常時開弁している開固着状態にあることから、ステップ S 3 1 6 へと移行して、A S V の故障診断フラグ XFASV に開固着であることを示す 1 をセットしてステップ S 3 1 8 へと移行し、故障診断フラグ XAI に - 1 をセットしてサブルーチンを終了する。一方、F 2 3 が 1、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン 3、つまりモード 4 の場合には、A S V 1 3 は正常であるから、ステップ S 3 1 6 をスキップしてステップ S 3 1 8 へと移行し、故障診断フラグ XAI に - 1 をセットしてサブルーチンを終了する。

#### 【 0 0 5 6 】

一方、ステップ S 3 0 0 で F 1 1 が 1 でないと判定された場合には、モード 3、6 ~ 9 のいずれかであることを示す。この場合には、ステップ S 3 2 0 へと移行してフラグ F 1 2 が 1 であるか否かをチェックする。F 1 2 が 1、つまり供給制御時の圧力挙動パターンがパターン 2 の場合はモード 7、8 のいずれかであり、いずれの場合にも A P 1 2 は不作動状態であることから、エアポンプの故障診断フラグ XFAP に不作動故障であることを示す - 1 をセットしてステップ S 3 2 4 へと移行する。このステップ S 3 2 4 では、フラグ F 2 2 が 1 であるか否かをチ

ェックする。F 2 2 が 1、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン 2 の場合はモード 8 であり、A S V 1 3 が常時開弁している閉固着状態にあることから、ステップ S 3 2 6 へと移行して、A S V の故障診断フラグ X F A S V に閉固着であることを示す 1 をセットしてステップ S 3 1 8 へと移行し、故障診断フラグ X A I に - 1 をセットしてサブルーチンを終了する。一方、F 2 2 が 1 でない場合はモード 7 であって、A S V 1 3 は正常であるから、ステップ S 3 2 6 をスキップしてステップ S 3 1 8 へと移行し、故障診断フラグ X A I に - 1 をセットしてサブルーチンを終了する。

#### 【 0 0 5 7 】

一方、ステップ S 3 2 0 で F 1 2 が 1 でないと判定された場合には、モード 3、6、9 のいずれかであることになる。いずれの場合も A S V 1 3 は常時閉弁状態である閉固着状態にあることから、ステップ S 3 3 0 へと移行して、A S V の故障診断フラグ X F A S V に閉固着であることを示す - 1 をセットする。続いて、ステップ S 3 3 2 ではフラグ F 1 3 が 1 であるか否かをチェックする。F 1 3 が 1 の場合には、供給制御時の圧力挙動パターンがパターン 3 であり、モード 3、6 のいずれかであることを示す。この場合は、ステップ S 3 3 4 へと移行してフラグ F 2 3 が 1 であるか否かをチェックする。1 である場合には、停止制御時の圧力挙動パターンもパターン 3 であり、モード 6 であって、A P 1 2 が常時作動している故障状態にあることになる。そこで、ステップ S 3 3 6 へと移行して、エアポンプの故障診断フラグ X F A P に常時作動故障であることを示す 1 をセットした後、ステップ S 3 1 8 へと移行し、故障診断フラグ X A I に - 1 をセットしてサブルーチンを終了する。一方、F 2 3 が 1 でない場合はモード 3 であって、A P 1 2 は正常であるから、ステップ S 3 3 6 をスキップしてステップ S 3 1 8 へと移行し、故障診断フラグ X A I に - 1 をセットしてサブルーチンを終了する。

#### 【 0 0 5 8 】

ステップ S 3 3 2 で F 1 3 が 1 でないと判定された場合には、モード 9 であって A P 1 2 が不作動の故障状態にあることを示す。そこで、ステップ S 3 3 8 へと移行してエアポンプの故障診断フラグ X F A P に不作動故障であることを示す - 1 をセットした後、ステップ S 3 1 8 へと移行し、故障診断フラグ X A I に - 1 をセ

ットしてサブルーチンを終了する。図 8 のサブルーチンが終了したら、メインルーチンの処理も終了し、イグニッションスイッチがオン状態であれば、再度ステップ S 2 から処理を行う。

#### 【0059】

判定処理が終了していた場合（すでに故障が検出され、整備・点検によりリセットされていない場合を含む。）には、前述したステップ S 8 において、故障診断フラグ XAI が初期値 0 以外に設定されていることから、ステップ S 30 へと移行する。ステップ S 30 では、さらに故障診断フラグ XAI が故障状態を示す -1 に設定されているか否かを調べることで、故障ありか否かを判定する。その値がシステムが正常であることを示す 1 の場合には、ステップ S 32 をスキップして処理を終了する。一方、その値がシステムに故障があることを示す -1 である場合には、ステップ S 32 へと移行して図示していない表示装置やアラームを利用して運転者に対して二次空気供給装置に故障・異常がある旨を通知する警告処理を行い、処理を終了する。

#### 【0060】

本発明に係るこの異常検出ルーチンによれば、エアポンプ、ASV のいずれがどのような故障をしているのかを正確に検知することが可能である。特に、圧力脈動が排気脈動によるものか否かを判定するしきい値（上述のフローにおいては  $\beta$ ）を圧力値（上述のフローにおいては圧力なまし値  $P_{sm}$ ）に応じて変化させていることから正確な圧力挙動判定が行える。具体的には、AP12 が常時作動している常時作動故障の場合、停止制御時には、AP12 からの吐出によるサージングのため、圧力脈動が発生し得る。従来のように圧力脈動の有無のみから排気脈動の有無を判定すると、このときの圧力挙動パターンをパターン 3 ではなく、パターン 1 と判定し、ASV13 は正常であるにもかかわらず、開故障と判定してしまう可能性がある。これに対し、本発明によれば、このときの圧力挙動パターンをパターン 3 であると正確に判定できるため、ASV13 を故障と誤判定することがない。また、圧力センサ 15 の出力にノイズが載っている場合に、圧力挙動パターンがパターン 4 やパターン 3 であるにもかかわらず、パターン 1 やパターン 2 であると誤判定することがなく、圧力挙動パターンを正確に判定するこ

とができるため、これにより、構成部品の異常を正確に判定することができる。

#### 【0061】

ここでは、圧力なまし値に応じてしきい値を変更する例を説明したが、ピーク値（最大値または最小値）等に応じて変更を行ってもよい。

#### 【0062】

以上の説明では、A I 終了後に停止制御時の圧力挙動判定処理を行い、その後で異常判定処理を行う例を説明したが、A I 供給中に強制的に一時供給を停止することにより停止制御時の圧力挙動判定を行うことで、A I 供給制御の条件成立中にその異常判定を行ってもよい。このようにすると、A I 制御中に故障診断を行うことが可能となる。

#### 【0063】

また、表 2 に示されるように、機器正常時における A I 供給制御時の圧力挙動パターンはパターン 1 に限られることから、供給制御時の圧力挙動パターンがパターン 1 以外であった場合には、直ちに A I 制御を停止して、停止時の圧力挙動パターン判定に移行してもよい。特に、供給制御時の圧力挙動パターンがパターン 4 であった場合には、表 2 に示されるモード 9 であることは明らかであるから、停止時の圧力挙動パターン判定を省略することも可能である。

#### 【0064】

圧力センサ 15 としては大気圧との差圧を出力する相対圧センサのほか、絶対圧センサを用いることもできる。この場合、2 次空気系の作動停止時には、大気圧の検出が可能な構成である必要があるが、一般的な A P 1 2 では、ハウジングとポンプ回転体とが密着しておらず、非作動時にはその前後が連通する構成となっているため、このような A P 1 2 においては、大気圧検出が可能である。このような構成の場合には、エンジン始動前の出力値を大気圧として用い、その差から相対圧を演算すればよい。これにより、2 次空気系の異常検出時および 2 次空気供給中以外には、圧力センサ 15 を大気圧センサとして用いることが可能となる。ただし、A P 1 2 の常時作動故障時には吐出圧分だけ大気圧を高めに見積もる可能性があるため、この場合は A P 1 2 の使用電力、電圧、電流等をチェックして補正すればよい。また、A S V 1 3 の開固着時には、エンジン 2 による排気

脈動が伝達される可能性があるが、この場合、平均圧力は大気圧近傍となるので平均化処理により大気圧を検出することが可能である。

#### 【0065】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、圧力脈動（排気脈動）の有無を判定する判定しきい値 $\beta$ を圧力値（例えば、圧力測定値のなまし値や平均値、ピーク値）に応じて変更することにより、排気脈動によらない圧力脈動（例えば、圧力センサのノイズやエアポンプのサージングに起因するもの）を排除して排気脈動の有無を正確に判定することができる。この結果、圧力挙動を正確に把握することができるので、圧力挙動を基にした2次空気供給装置の故障診断の精度が向上する。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明に係る2次空気供給装置の故障診断装置を含む2次空気供給装置を搭載した内燃機関の構成を示す概略図である。

#### 【図2】

図1の圧力センサ位置における圧力挙動パターンを模式的に示す図である。

#### 【図3】

本発明に係る2次空気供給装置の故障診断装置における故障検出ルーチンのメインフロー図である。

#### 【図4】

図3の処理に用いられる圧力のなまし値 $P_{sm}$ と圧力脈動の積算値 $\Delta P_{sum}$ の計算方法を説明する図である。

#### 【図5】

図3の処理に用いられる脈動の判定に用いられる判定しきい値 $\beta$ の設定例を示すグラフである。

#### 【図6】

図3の処理における供給制御時の圧力挙動判定の処理フローを示すフローチャートである。

**【図 7】**

図 3 の処理における停止制御時の圧力挙動判定の処理フローを示すフローチャートである。

**【図 8】**

図 3 の処理における判定処理の処理フローを示すフローチャートである。

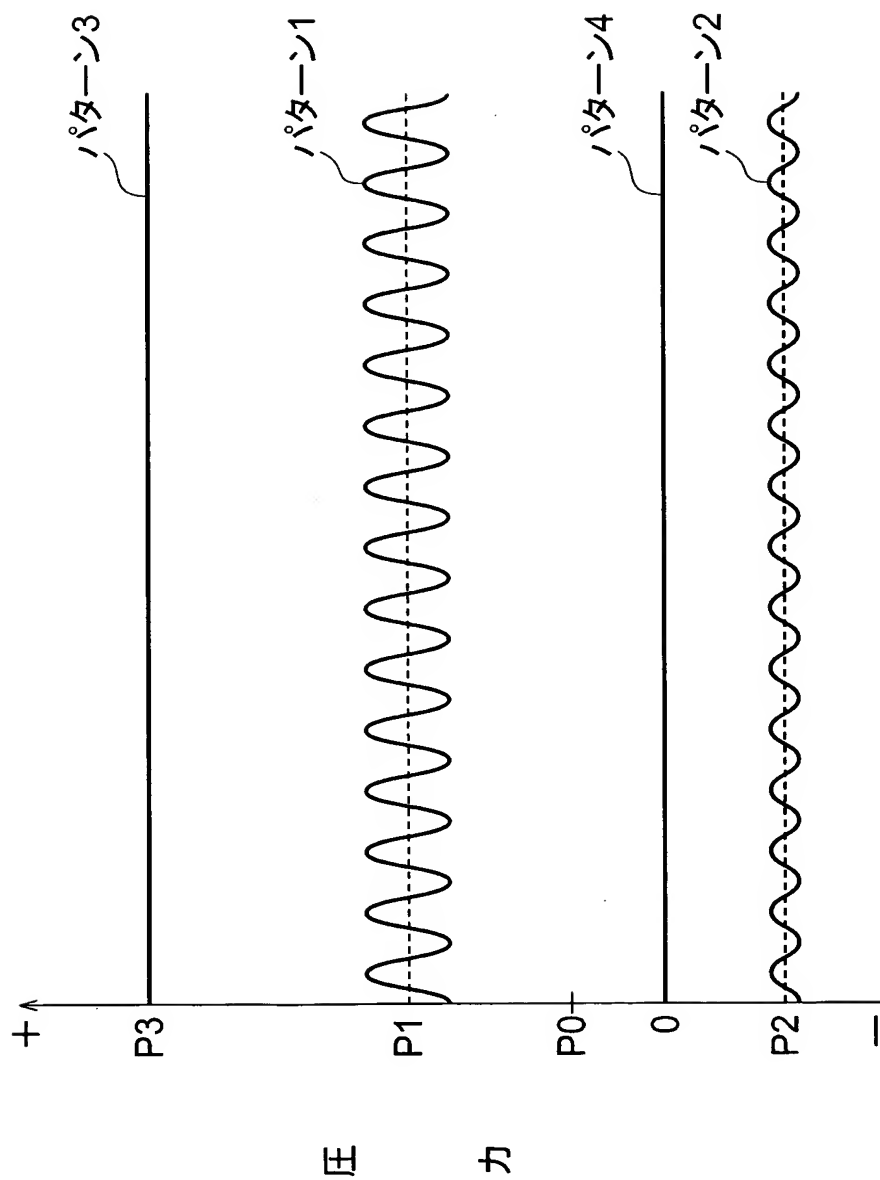
**【符号の説明】**

1 … 2 次空気供給装置、2 … エンジン、1 0 … 制御装置、1 1 … 2 次空気供給通路、1 2 … エアポンプ（A P）、1 3 … エアスイッチングバルブ（A S V）、1 4 … リード弁（R V）、1 5 … 圧力センサ、1 6 … 配管、1 7 … 三方弁、1 8 … 配管、1 9 … フィルタ、2 0 … 吸気管、2 1 … 排気管、2 2 … 排気浄化装置、2 3 … エンジン E C U、2 4 … スロットル、2 5 … 吸気フィルタ、2 6 … エアフローメータ、3 1、3 2 … O<sub>2</sub>センサ。

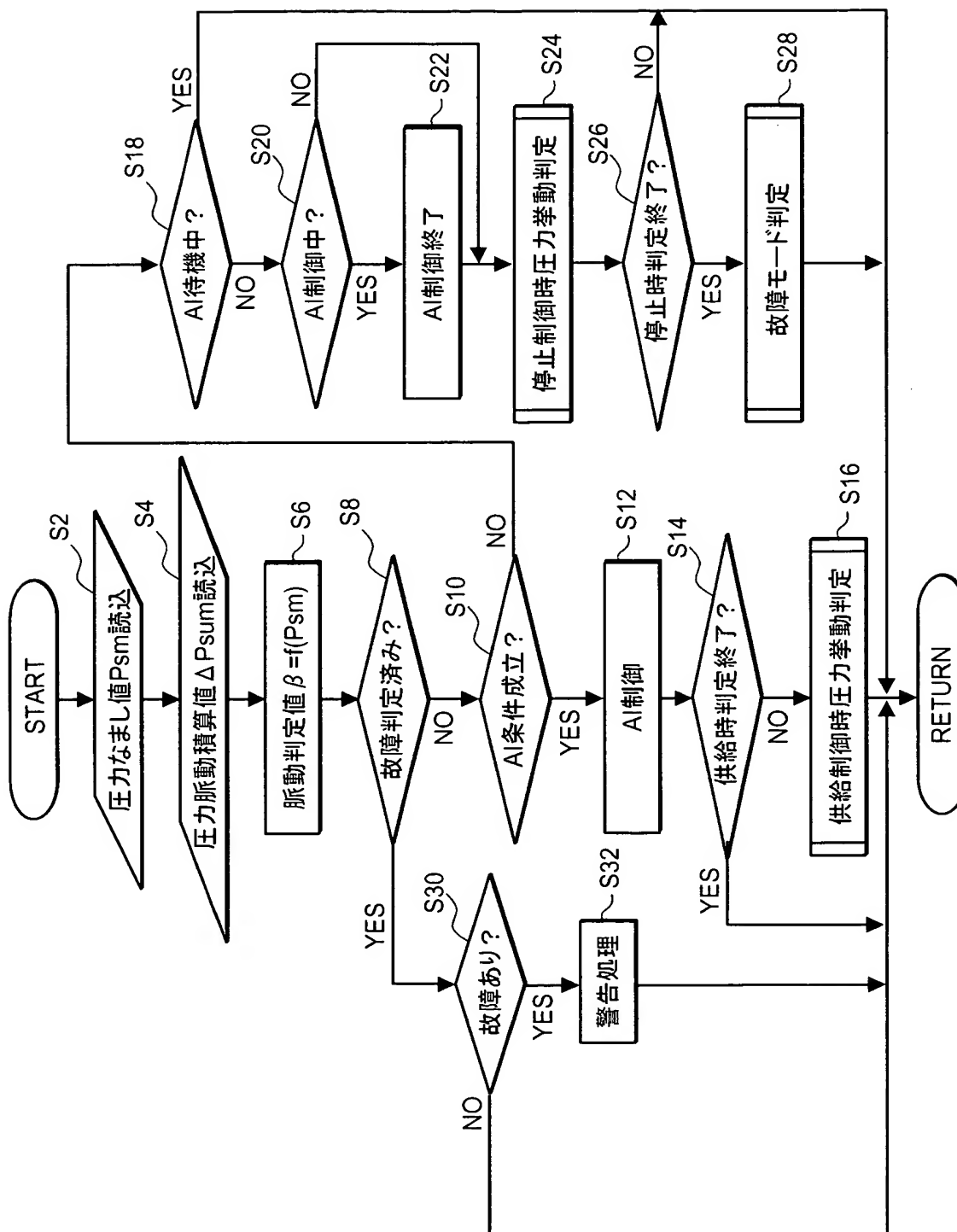




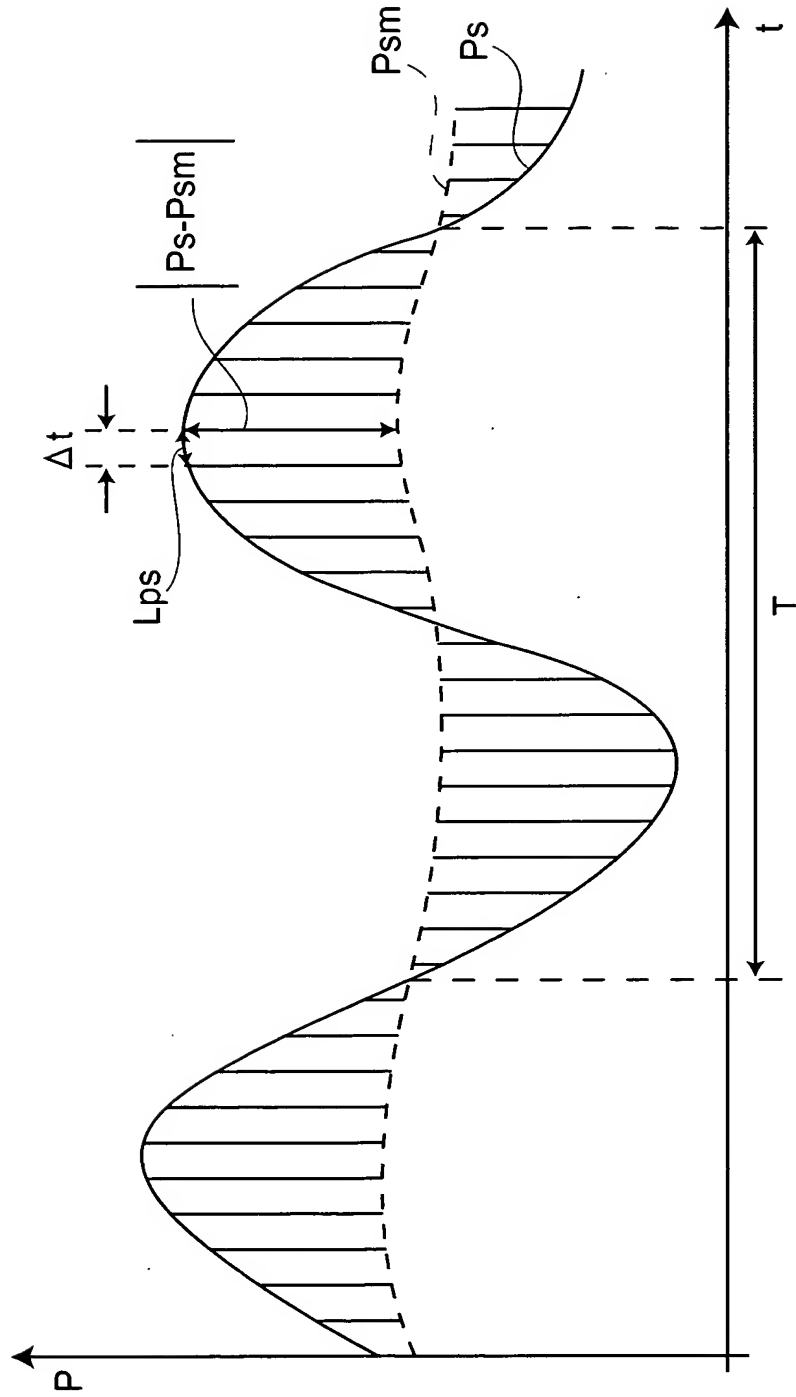
【図 2】



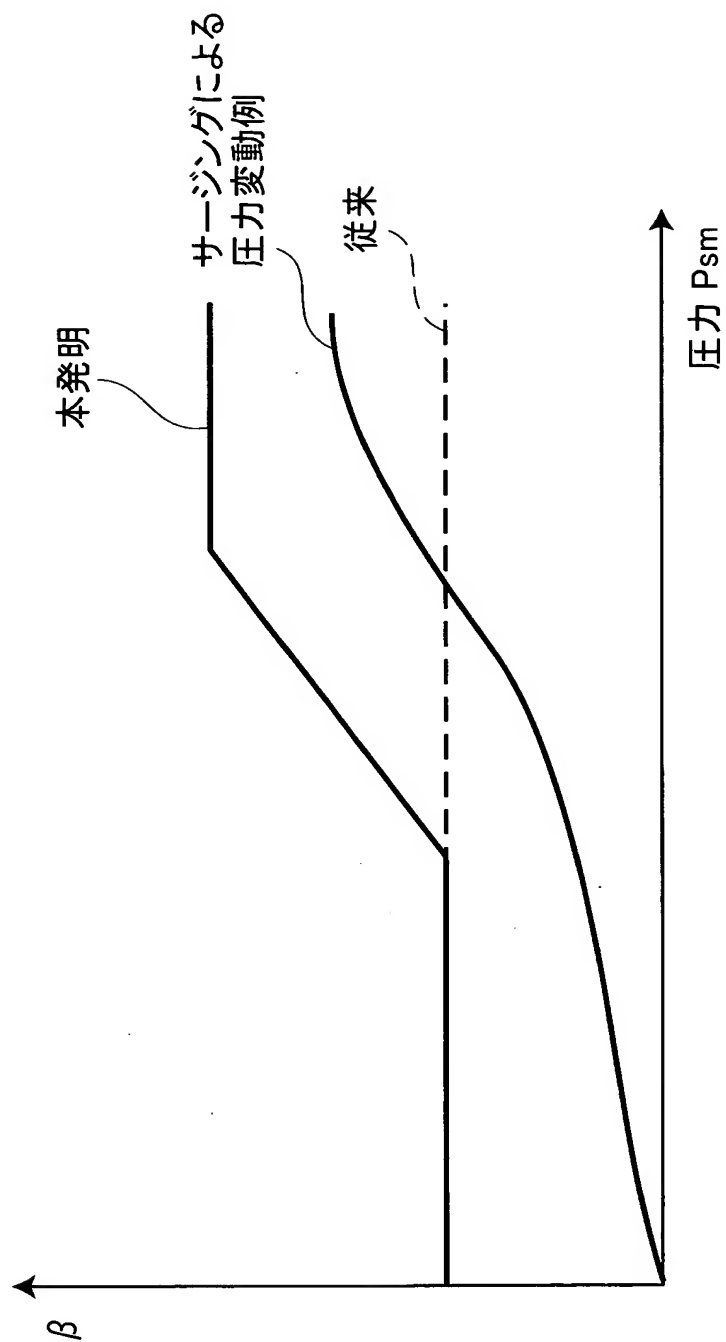
【図 3】



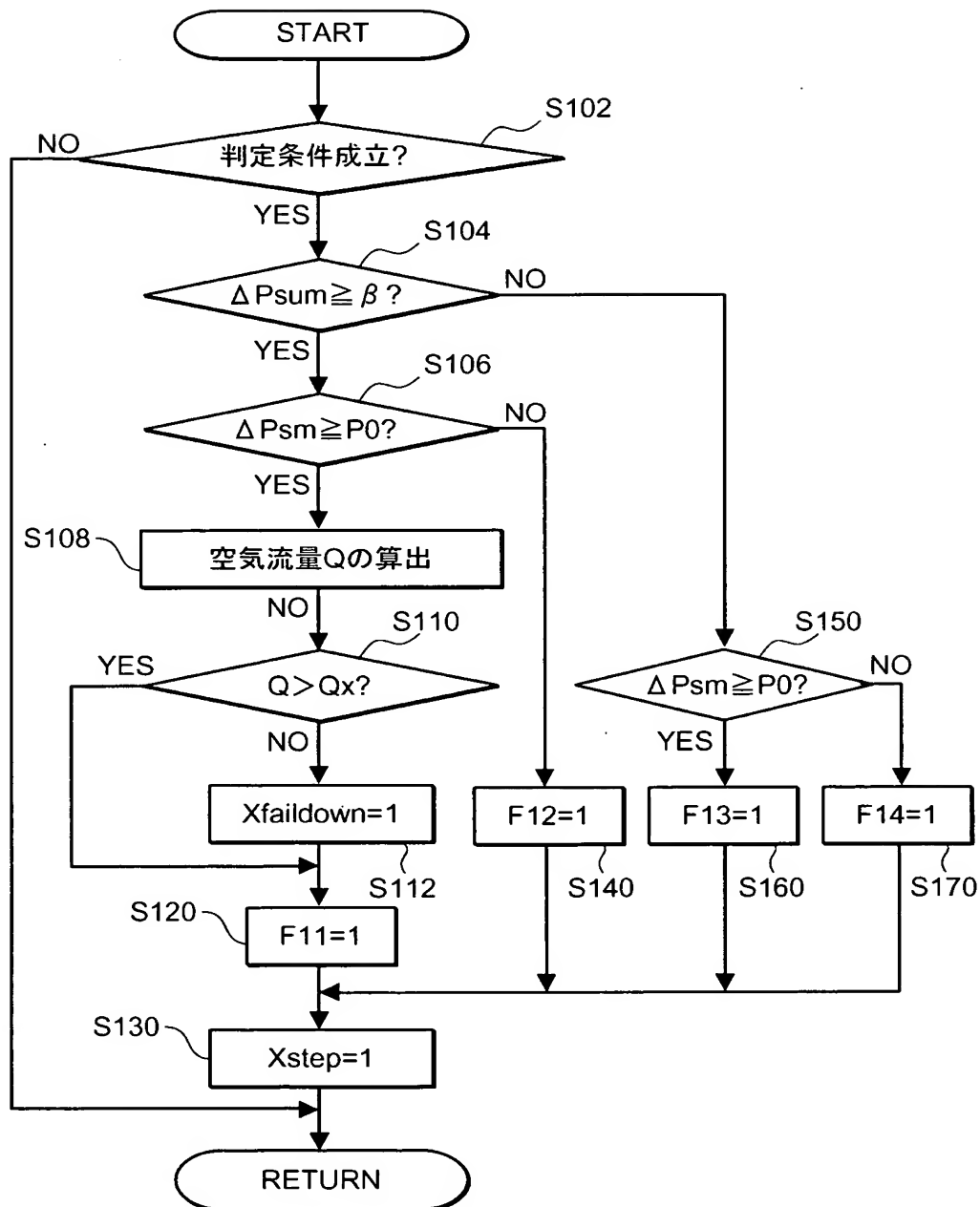
【図 4】



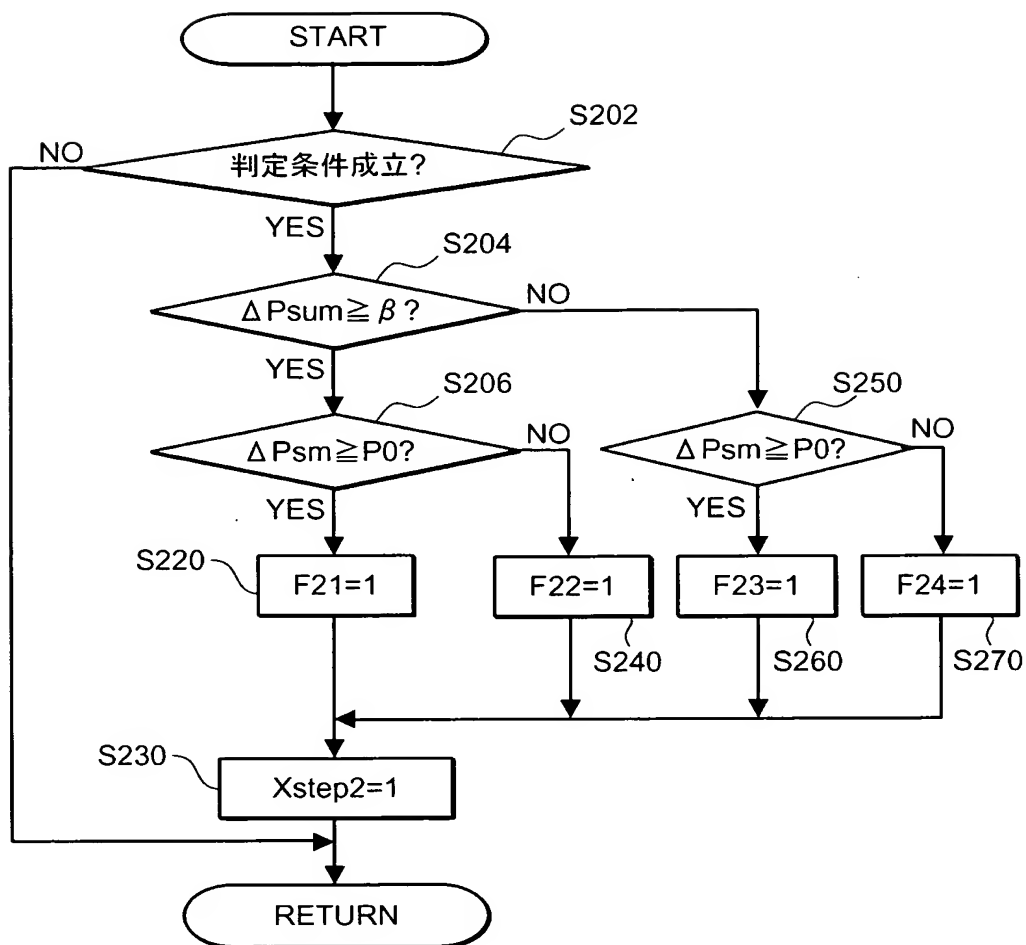
【図 5】



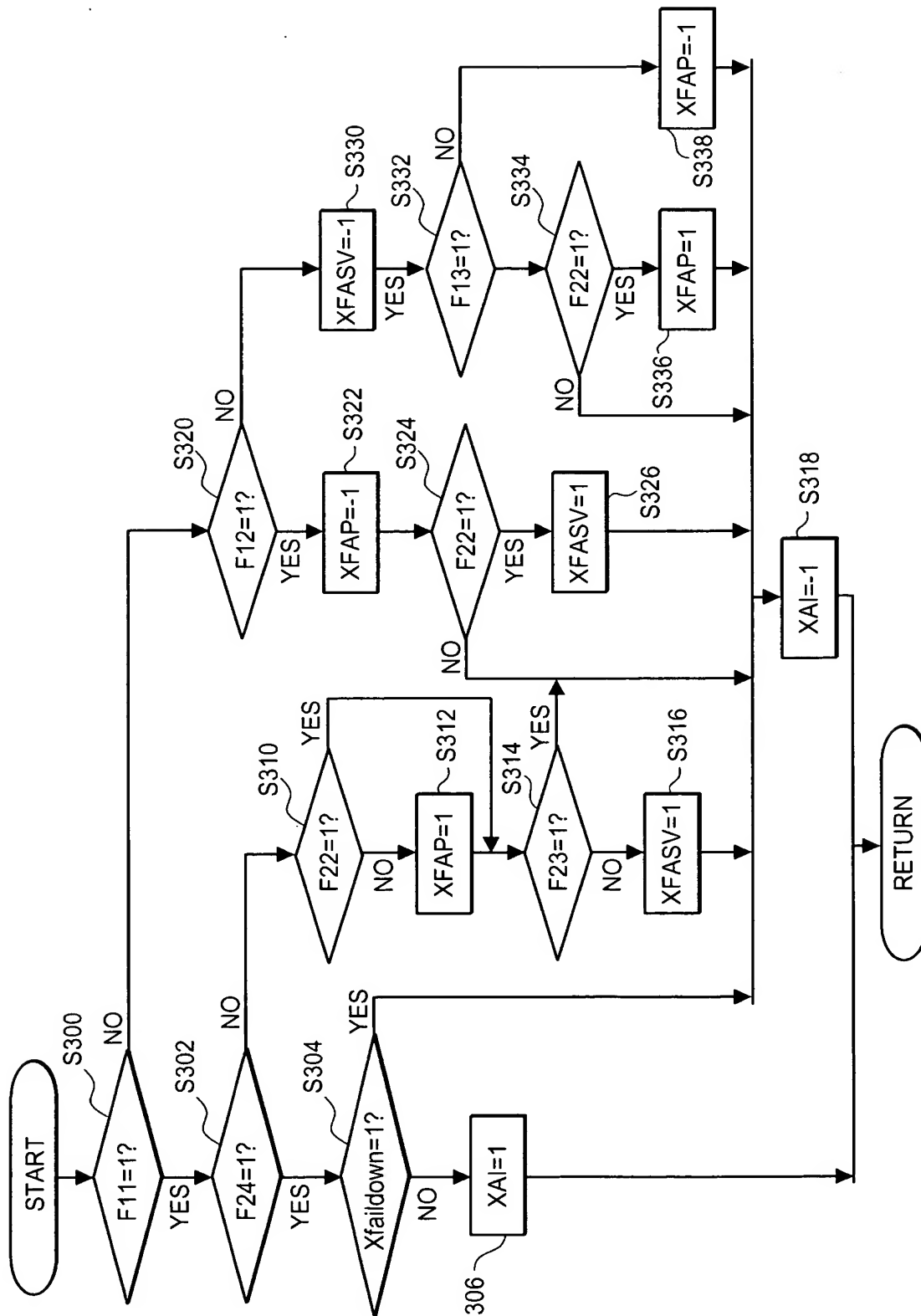
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 正確な故障判定を行うことが可能な 2 次空気供給装置の故障診断装置を提供する。

【解決手段】 2 次空気供給装置の故障状態を 2 次空気供給通路内の圧力と圧力脈動によって判定する故障診断装置において、圧力脈動（排気脈動）の有無を判定する判定しきい値  $\beta$  を圧力値（例えば、圧力測定値のなまし値や平均値）に応じて変更することにより、排気脈動によらない圧力脈動（例えば、圧力センサのノイズやエアポンプのサージングに起因するもの）を排除して、正確な故障診断を行うことができる。

【選択図】 図 5



特願 2 0 0 3 - 1 0 0 6 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社